

For : The Patent Application

Our Ref. :NT0584US

● **LIST OF THE PRIOR ART REFERENCES CITED IN THE SPECIFICATION**

1. Japanese Laid-open No.2000-358261 (Dec. 26, 2000)

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



Home



Search



List

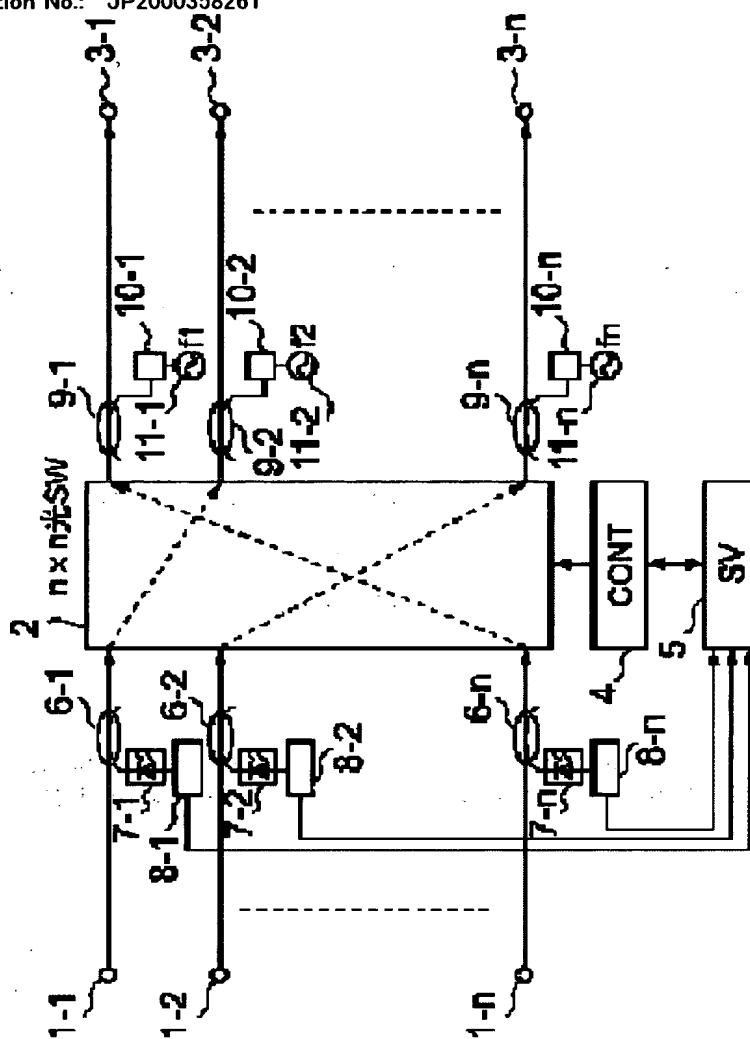
☐ Include

MicroPatent® PatSearch FullText: Record 1 of 1

Search scope: JP ; Claims, Title or Abstract

Years: 1971-2002

Text: Patent/Publication No.: JP2000358261



Order This Patent

Family Lookup

Citation Indicators

[Go to first matching text](#)

JP2000358261 A

OPTICAL CROSS -CONNECTOR, OPTICAL NETWORK UNIT AND CONNECTION STATE MONITOR METHOD
NEC CORP

Inventor(s): ASAHU KOJI

Application No. 11169226 JP11169226 JP, Filed 19990616,A1 Published 20001226Published 20001226

Abstract: PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical cross connector that can monitor the path of an optical signal set in the connector without affecting a service signal.

SOLUTION: Service signals received at optical signal input terminals 1-1 to 1-n are given to an n x n optical switch 2 via photocouplers 6-1 to 6-n. In the n x n optical switch 2, n-sets of input ports and n-sets of output ports are optionally and selectively connected usually on the basis of a control signal from an optical path control means 4. A photocoupler 9-2 branches part of the service signal and the branched signal is given to an optical reflection means 10-2. The optical reflection means 10-2 changes the reflectance of the received optical signal in response to a signal from a monitor signal generating means 11-2. Thus, the optical signal returning again to the photocoupler 9-2 receives intensity modulation at a

frequency f2 and the resulting signal is given to a photo diode 7-1 via the n7n optical switch 2 and the photocoupler 6-1.

Int'l Class: H04Q00352; H04B01002 H04B01008

MicroPatent Reference Number: 000357945

COPYRIGHT: (C) 2000JPO

[Home](#)[Search](#)[List](#)

For further information, please contact:
[Technical Support](#) | [Billing](#) | [Sales](#) | [General Information](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-358261

(P2000-358261A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

B 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

T 5 K 0 6 9

10/08

K

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-169226

(22) 出願日 平成11年6月16日 (1999. 6. 16)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 朝日 光司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 5K002 BA02 BA04 BA06 BA21 CA09

CA12 CA13 DA02 DA13 EA06

EA32 FA01

5K069 CB04 CB10 DB07 DB33 EA24

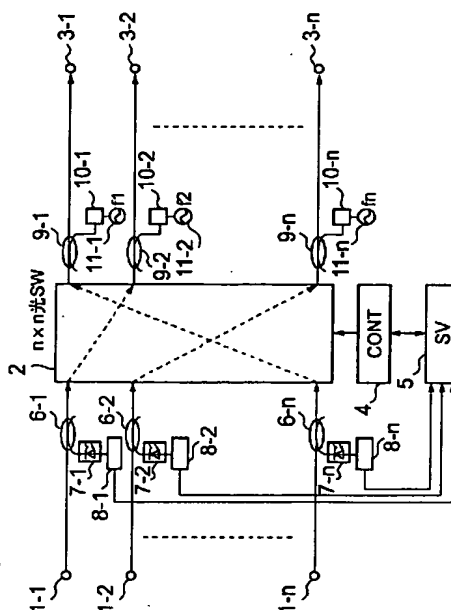
EA27 EA28 FD12

(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置及び光ネットワーク装置並びに接続状態監視方法

(57) 【要約】

【課題】 装置内で設定した光信号の経路を、サービス信号に影響を及ぼすことなく、監視することが可能な光クロスコネクタ装置を提供する。

【解決手段】 光信号入力端子1-1～1-nに入力されたサービス信号は、光カプラ6-1～6-nを介してn×n光スイッチ2に入力される。n×n光スイッチ2では通常、光経路制御手段4からの制御信号に基づき、n個の入力ポートと、n個の出力ポートとを任意に、選択的に接続する。サービス信号は光カプラ9-2でその一部を分岐され、光反射手段10-2に入力される。光反射手段10-2では、監視信号発生手段11-2からの信号に応じて入射した光信号の反射率を変化させる。これにより再び光カプラ9-2へ戻る光信号は、周波数f2で強度変調されることとなり、監視用信号として、n×n光スイッチ2、光カプラ6-1を介してフォトダイオード7-1に入力される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの入力端子と少なくとも1つの出力端子を選択的に接続する光クロスコネクタ装置であって、

前記光クロスコネクタ装置は、

前記少なくとも1つの入力端子に接続された少なくとも1つの入力ポートと、前記少なくとも1つの出力端子に接続された少なくとも1つの出力ポートとが選択的に接続される光スイッチと、

前記少なくとも1つの出力ポートの各々から前記光スイッチに監視光を入力する少なくとも1つの監視光生成手段と、

前記少なくとも1つの入力ポートから出力される前記監視光を受信する少なくとも1つの監視光受信手段とを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項2】 請求項1記載の光クロスコネクタ装置であって、

前記光クロスコネクタ装置は、さらに、

前記光スイッチの接続状態を制御する光経路制御手段を備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記少なくとも1つの出力ポートの各々から出力される光信号の一部を反射して前記少なくとも1つの出力ポートに供給する光反射手段を備え、

該光反射手段の反射率の時間変化が互いに異なることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項4】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記少なくとも1つの出力ポートの各々から出力される出力光信号の一部に変調を施して前記少なくとも1つの出力ポートに供給する光変調手段を備え、

該光変調手段に印加される変調信号の時間変化が互いに異なることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項5】 請求項4記載の光クロスコネクタ装置であって、

前記光変調手段は、

光変調器と、

該光変調器の出力光を反射し、前記光変調器の出力側に再度入力する光反射器とを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項6】 請求項4記載の光クロスコネクタ装置であって、

前記光変調手段は、

前記出力光信号の一部が第1の入出力端子から入力され、第1の入出力端子から入力された光が第2の入出力端子から出力され、第3の入出力端子から入力された光が第1の入出力端子から出力される光サーキュレータ

と、

前記第2の入出力端子及び第3の入出力端子に入力及び出力が接続された光変調器とを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項7】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記光クロスコネクタ装置は、さらに、

直流光を生成する監視用光源と、

前記直流光を少なくとも1つの分岐直流光に分割する光分岐器とを備え、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、

前記分岐直流光の1つが入力され、出力光を前記少なくとも1つの出力ポートの一に供給する可変光減衰器を備え、

該可変光減衰器の減衰量の時間変化が互いに異なることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項8】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記光クロスコネクタ装置は、さらに、

直流光を生成する監視用光源と、

前記直流光を少なくとも1つの分岐直流光に分割する光分岐器とを備え、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、

前記分岐直流光の1つが入力され、出力光を前記少なくとも1つの出力ポートの一に供給する光変調器を備え、該光変調器に印加される変調信号の時間変化が互いに異なることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項9】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記光クロスコネクタ装置は、さらに、

所定の信号で変調された変調監視光を生成する変調監視光源と、

前記変調監視光を少なくとも1つの分岐変調監視光に分割する光分岐器とを備え、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、

前記分岐変調監視光の1つが入力され、出力光を前記少なくとも1つの出力ポートの一に供給する光ゲートスイッチを備え、

該光ゲートスイッチに印加されるスイッチング信号の時間変化が互いに異なることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項10】 請求項1又は請求項2のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、

前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、所定の変調信号に従って変調された変調監視光を生成し、前記少なくとも1つの出力ポートに供給する監視用光源を備え、

前記変調信号が互いに異なる周波数を有する正弦波信号であることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項11】 請求項1又は請求項2のいずれかの請

求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、所定の変調信号に従って変調された変調監視光を生成し、前記少なくとも1つの出力ポートに供給する監視用光源を備え、前記変調信号が互いに異なる信号であることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項12】 請求項1乃至請求項11のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、前記光クロスコネクタ装置は、さらに、前記少なくとも1つの監視光受信手段の出力信号に基づき前記光スイッチの接続状態を判定する光経路監視手段を備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項13】 請求項12記載の光クロスコネクタ装置であって、前記光経路監視手段は、前記出力信号及びそのレベルを参照して、接続状態の正否を判断し及び光経路の損失を検出することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項14】 請求項1乃至請求項13のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、前記光スイッチは、リチウムナイオベート基板上に形成された導波路型光スイッチを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項15】 請求項1乃至請求項13のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、前記光スイッチは、石英系基板上に形成された導波路型光スイッチを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項16】 請求項1乃至請求項15のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置であって、前記光クロスコネクタ装置は、さらに、前記少なくとも1つの入力端子から入力される光を波長成分毎に分波して、前記少なくとも1つの入力ポートに出力する少なくとも1つの光分波器と、前記少なくとも1つの出力ポートから出力される光を合波して、前記少なくとも1つの出力端子に供給する少なくとも1つの光合波器とを備えていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項17】 光伝送路で互いに接続された複数の光ノード装置の間で光信号をやりとりする光ネットワーク装置であって、前記複数の光ノード装置の各々は、請求項1乃至請求項16のいずれかの請求項に記載された光クロスコネクタ装置を備えていることを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項18】 光クロスコネクタ装置の接続状態を監視するための接続状態監視方法であって、該接続状態監視方法は、

前記光クロスコネクタ装置の出力ポートの各々に互いに

異なる信号が重畳された監視光を供給する監視光生成工程と、

前記光クロスコネクタ装置の入力ポートの各々から出力される前記監視光を受信する監視光受信工程と、該監視光受信工程で受信した前記監視光に重畳された前記信号を参照して、光経路が正常であるか否かを判断する判断工程とを含んでいることを特徴とする接続状態監視方法。

【請求項19】 請求項18記載の接続状態監視方法であって、前記判断工程で、さらに、前記監視光のパワーを参照することを特徴とする接続状態監視方法。

【請求項20】 請求項18記載の接続状態監視方法であって、前記監視光生成工程は、前記出力ポートから出力される光信号の一部に変調を施すことにより前記監視光を生成する変調工程を含んでいることを特徴とする接続状態監視方法。

【請求項21】 請求項18記載の接続状態監視方法であって、前記監視光生成工程は、互いに異なる信号で変調された光信号を生成する発光工程を含んでいることを特徴とする接続状態監視方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スイッチなどを使用した光信号の経路設定を行う光クロスコネクタ装置及び光ネットワーク装置並びに接続状態監視方法に関し、特に装置内で設定した光信号の経路を、サービス信号に影響を及ぼすことなく、監視することが可能な光クロスコネクタ装置及び光ネットワーク装置並びに接続状態監視方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光スイッチを利用した光クロスコネクタシステムは、入力される光信号の信号形式とは無関係にスイッチングを行うことができるため、大容量の光信号を処理することができる。また、光クロスコネクタに波長分割多重(WDM)技術を導入することにより、さらなる大容量光信号の処理、切替が可能となる。これに伴い、容易な信号の経路(パス)設定が容易となり、また、効率の良いプロテクションが可能であるといった利点を有するため、各所で活発に研究開発がなされてきた。この点に関しては、例えば、Chungpeng Fanによる、"Examining an integrated solution to optical transport networking.", Wavelength Division Multiplexing: (The first ever European meeting place for WDM Systems, Network, Marketing & Engineering Professionals), November 1997, London, pp.18-23に詳しい。

【0003】従来から、光クロスコネクタにおける光経

路の監視を行うため、サービス信号に監視信号を重畳するなどの方法が検討されてきた(2)、(3)。この方法については、濱住他による、“光バス網におけるパイロットトン信号を用いた光バス監視法の一検討”，信学技報(Technical Report of IEICE.)，OSC96-66，November 1996，pp.45-52、や、Satoru Okamotoらによる“Inter-Network interface for photonic transport networks and SDH transport network.”，GLOBECOM'97，paper S24.1，Phoenix，Arizona，November 1997，pp.850-855といった論文に述べられている。

【0004】図20に第1の従来技術による光クロスコネクタ装置の例を示す。図20の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子701-1～701-n、 $n \times n$ 光スイッチ702、光信号出力端子703-1～703-n、光経路制御手段704、光経路監視手段705、光カブラ706-1～706-n、フォトダイオード707-1～707-n、監視信号検出手段708-1～708-n、監視信号重畳回路709-1～709-n、及び監視信号発生手段710-1～710-nから構成されている。

【0005】図20において、光信号入力端子701-1～701-nに入力された光信号は、それぞれ監視信号重畳回路709-1～709-nを介して $n \times n$ 光スイッチ702に入力される。 $n \times n$ 光スイッチ702では通常、光経路制御手段704からの制御信号に基づき、 n 個の入力ポートと、 n 個の出力ポートとを任意に、選択的に接続し、入力ポートに供給されている光信号を出力する。 $n \times n$ 光スイッチ702からの n 本の出力信号は、光カブラ706-1～706-nを介してそれぞれ光信号出力端子703-1～703-nに出力される。すなわち、入力端子701-1～701-nに入力された光信号は、 $n \times n$ 光スイッチ702において経路設定することにより、出力端子703-1～703-nのうち、所望の端子から出力することが可能である。

【0006】次に、この光クロスコネクタ装置の光経路監視の動作を、図24を参照して説明する。図24は、図20の光クロスコネクタ装置において、入力端子701-1に入力されたサービス信号が、 $n \times n$ 光スイッチ702によって出力端子703-2に出力するよう設定されている場合の説明図である。図20において、サービス信号は監視信号重畳回路709-1にて監視信号 f 1で強度変調され、図23に示すような監視信号 f 1が重畳された信号となる。

【0007】監視信号重畳回路の例を図22に示す。図22の監視信号重畳回路は、光信号入力端子801、光変調器802、光信号出力端子803、監視信号入力端子804、光信号入力端子811、光-電気変換手段812、電気-光変換手段813、光信号出力端子814、監視信号入力端子815から構成されている。

【0008】図22(a)は入力された光信号に対し

て、光変調器を使って監視信号で振幅変調をかけるものである。また図22(b)は入力された光信号を一旦電気信号に変換し、再び光信号を再生する際、監視信号をあらかじめ重畳したサービス信号を光信号に変換するものである。図22(a)、(b)の両者とも結果として監視信号の重畳されたサービス信号が得られ、その光波形は図23のようになる。

【0009】監視信号の重畳されたサービス信号は、その後 $n \times n$ 光スイッチ702を通過し、光カブラ706-2でその一部を分岐され、フォトダイオード707-2に入力される。監視信号検出手段708-2では、フォトダイオード707-2の光電流から周波数 f 1の監視用信号を抽出し、光経路監視手段705に送出する。光経路監視手段705では、監視用信号として検出された信号の周波数とレベルから、実際に光信号が通過している経路と損失を認識し、光経路制御手段704より設定した光経路が正常動作しているかどうか判断する。

【0010】第1の従来技術による光クロスコネクタ装置は以上のような構成を有していたが、サービス信号に監視信号を重畳するという手段を用い、光クロスコネクタから出力されるサービス信号に対しても強度変調がかけられ、サービス信号の品質に影響を与えるという問題点があった。

【0011】これに対し、サービス信号に影響を与えずに監視を行う方法としては図24のような構成が提案されていた。図24の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子901-1～901-n、 $n \times n$ 光スイッチ902、光信号出力端子903-1～903-n、光経路制御手段904、光経路監視手段905、光カブラ906-1～906-n、フォトダイオード907-1～907-n、信号検出手段908-1～908-n、光カブラ909-1～909-n、フォトダイオード910-1～910-n、信号検出手段911-1～911-nから構成される。

【0012】図24において、 $n \times n$ 光スイッチ902の入出力にサービス信号の一部を分岐して監視する手段が設けられている。これらの手段を用いて、サービス信号のレベル監視を行い、これにより光スイッチの接続経路の監視を行うものであった。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術による光クロスコネクタ装置においては、光スイッチの損失を監視することはできても、サービス信号の区別までは識別できない。このため、光経路が正しいかどうかの監視としては不十分であるという問題があった。

【0014】本発明は、従来技術の上記の課題を解決して、装置内で設定した光信号の経路を、サービス信号に影響を及ぼすことなく、監視することが可能な光クロスコネクタ装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光クロスコネクタ装置は、少なくとも1つの入力端子と少なくとも1つの出力端子を選択的に接続する光クロスコネクタ装置であって、前記少なくとも1つの入力端子に接続された少なくとも1つの入力ポートと、前記少なくとも1つの出力端子に接続された少なくとも1つの出力ポートとが選択的に接続される光スイッチと、前記少なくとも1つの出力ポートの各々から前記光スイッチに監視光を入力する少なくとも1つの監視光生成手段と、前記少なくとも1つの入力ポートから出力される前記監視光を受信する少なくとも1つの監視光受信手段とを備えている。

【0016】さらに、前記光スイッチの接続状態を制御する光経路制御手段を備えていてもよい。

【0017】また、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記少なくとも1つの出力ポートの各々から出力される光信号の一部を反射して前記少なくとも1つの出力ポートに供給する光反射手段を備え、該光反射手段の反射率の時間変化が互いに異なるように構成してもよい。

【0018】また、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記少なくとも1つの出力ポートの各々から出力される出力光信号の一部に変調を施して前記少なくとも1つの出力ポートに供給する光変調手段を備え、該光変調手段に印加される変調信号の時間変化が互いに異なるように構成してもよい。

【0019】前記光変調手段は、光変調器と、該光変調器の出力光を反射し、前記光変調器の出力側に再度入力する光反射器とを備えていてもよい。

【0020】あるいは、前記光変調手段は、前記出力光信号の一部が第1の入出力端子から入力され、第1の入出力端子から入力された光が第2の入出力端子から出力され、第3の入出力端子から入力された光が第1の入出力端子から出力される光サーキュレータと、前記第2の入出力端子及び第3の入出力端子に入力及び出力が接続された光変調器とを備えていてもよい。

【0021】前記光クロスコネクタ装置は、さらに、直流光を生成する監視用光源と、前記直流光を少なくとも1つの分岐直流光に分割する光分岐器とを備え、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記分岐直流光の1つが入力され、出力光を前記少なくとも1つの出力ポートの一に供給する可変光減衰器を備え、該可変光減衰器の減衰量の時間変化が互いに異なるように構成してもよい。

【0022】あるいは、前記光クロスコネクタ装置は、さらに、直流光を生成する監視用光源と、前記直流光を少なくとも1つの分岐直流光に分割する光分岐器とを備え、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記分岐直流光の1つが入力され、出力光を前記少なくと

も1つの出力ポートの一に供給する光変調器を備え、該光変調器に印加される変調信号の時間変化が互いに異なるように構成してもよい。

【0023】あるいは、前記光クロスコネクタ装置は、さらに、所定の信号で変調された変調監視光を生成する変調監視光源と、前記変調監視光を少なくとも1つの分岐変調監視光に分割する光分岐器とを備え、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、前記分岐変調監視光の1つが入力され、出力光を前記少なくとも1つの出力ポートの一に供給する光ゲートスイッチを備え、該光ゲートスイッチに印加されるスイッチング信号の時間変化が互いに異なるように構成してもよい。

【0024】さらに、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、所定の変調信号に従って変調された変調監視光を生成し、前記少なくとも1つの出力ポートに供給する監視用光源を備え、前記変調信号が互いに異なる周波数を有する正弦波信号であってもよい。

【0025】あるいは、前記少なくとも1つの監視光生成手段の各々は、所定の変調信号に従って変調された変調監視光を生成し、前記少なくとも1つの出力ポートに供給する監視用光源を備え、前記変調信号が互いに異なる信号であってもよい。

【0026】前記光クロスコネクタ装置は、さらに、前記少なくとも1つの監視光受信手段の出力信号に基づき前記光スイッチの接続状態を判定する光経路監視手段を備えていてもよい。

【0027】ここで、前記光経路監視手段は、前記出力信号及びそのレベルを参照して、接続状態の正否を判断し及び光経路の損失を検出するようにしてもよい。

【0028】前記光スイッチは、リチウムナイオベート基板上、あるいは石英系基板上に形成された導波路型光スイッチを備えていてもよい。

【0029】前記光クロスコネクタ装置は、さらに、前記少なくとも1つの入力端子から入力される光を波長成分毎に分波して、前記少なくとも1つの入力ポートに出力する少なくとも1つの光分波器と、前記少なくとも1つの出力ポートから出力される光を合波して、前記少なくとも1つの出力端子に供給する少なくとも1つの光合波器とを備えていてもよい。

【0030】本発明の光ネットワーク装置は、光伝送路で互いに接続された複数の光ノード装置の間で光信号をやりとりする光ネットワーク装置であって、前記複数の光ノード装置の各々は、上記の光クロスコネクタ装置を備えている。

【0031】また、本発明の接続状態監視方法は、光クロスコネクタ装置の接続状態を監視するための接続状態監視方法であって、前記光クロスコネクタ装置の出力ポートの各々に互いに異なる信号が重畳された監視光を供給する監視光生成工程と、前記光クロスコネクタ装置の入力ポートの各々から出力される前記監視光を受信する

監視光受信工程と、該監視光受信工程で受信した前記監視光に重畳された前記信号を参照して、光経路が正常であるか否かを判断する判断工程とを含んでいる。

【0032】ここで、前記判断工程において、さらに、前記監視光のパワーを参照してもよい。

【0033】また、前記監視光生成工程は、前記出力ポートから出力される光信号の一部に変調を施すことにより前記監視光を生成する変調工程を含んでいてもよい。

【0034】あるいは、前記監視光生成工程は、互いに異なる信号で変調された光信号を生成する発光工程を含んでいてもよい。

【0035】上述したように、本発明の光クロスコネクタ装置及び光ネットワーク装置並びに接続状態監視方法では、光スイッチの出力側で生成した監視光を入力側で受信し、その内容に基づき光スイッチの接続状態等を監視する構成を採用している。このため、光スイッチを伝搬するサービス信号に影響を与えることなく光スイッチの監視を行うことが可能になっている。

【0036】

【発明の実施の形態】本発明の光クロスコネクタ装置の構成及びその動作を図1乃至図9を用いて説明する。

【0037】〔第1の実施例〕図1に本発明の第1の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図1の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子1-1~1-n、 $n \times n$ 光スイッチ2、光信号出力端子3-1~3-n、光経路制御手段4、光経路監視手段5、光カブラ6-1~6-n、フォトダイオード7-1~7-n、監視信号検出手段8-1~8-n、光カブラ9-1~9-n、光反射手段10-1~10-n、監視信号発生手段11-1~11-nから構成される。

【0038】図1において、光信号入力端子1-1~1-nに入力された光信号は、それぞれ光カブラ6-1~6-nを介して $n \times n$ 光スイッチ2に入力される。 $n \times n$ 光スイッチ2では通常、光経路制御手段4からの制御信号に基づき、 n 個の入力ポートと、 n 個の出力ポートとを任意に、選択的に接続することにより、入力ポートに供給された光信号を出力する。 $n \times n$ 光スイッチ2からの n 本の出力信号は、光カブラ9-1~9-nを介してそれぞれ光信号出力端子3-1~3-nに出力される。すなわち、入力端子1-1~1-nを介して入力された光信号は、 $n \times n$ 光スイッチ2において設定された経路により、出力端子3-1~3-nのうち、所望の端子から出力することが可能である。

【0039】次に、本実施例における光経路監視の動作を、図8を使用して説明する。図8は図1の実施例において、入力端子1-1に入力されたサービス信号が、 $n \times n$ 光スイッチ2によって出力端子3-2に出力するよう設定されている場合の説明図である。

【0040】図8において、サービス信号は光カブラ9-2でその一部を分岐され、光反射手段10-2に入力

される。光反射手段10-2では、監視信号発生手段11-2からの信号(図8の場合周波数 f 2の信号)に応じて入射した光信号の反射率を変化させる。これにより再び光カブラ9-2へ戻る光信号は、周波数 f 2で強度変調されることとなり、監視用信号として、 $n \times n$ 光スイッチ2、光カブラ6-1を介してフォトダイオード7-1に入力される。監視信号検出手段8-1では、フォトダイオード7-1の光電流から周波数 f 2の監視用信号を抽出し、光経路監視手段5に送出する。光経路監視手段5では、監視用信号として検出された信号の周波数とレベルから、実際に光信号が通過している経路と損失を認識し、光経路制御手段4より設定した光経路が正常動作しているかどうか判断する。

【0041】以上説明した動作により、光クロスコネクタ装置として、装置内で設定した光経路が正常かどうかを監視することができ、異常を検出した場合は、警報としてオペレータに通知したり、あるいは、別の経路に光信号を回避させることが可能となる。

【0042】なお、本実施例において、サービス信号がすでに光強度変調された信号である場合は、サービス信号との干渉を避けるため、監視用信号の周波数 f 2は、サービス信号の繰り返し周波数あるいはビットレートの数十分の一以下程度の周波数に設定する。

【0043】また、本実施例で使用する $n \times n$ 光スイッチ2は、 LiNbO_3 (リチウムナイオベート)や石英系の材料の基板の上に、光導波路及び2入力2出力等の規模を有するスイッチ素子を生成して実現する。

【0044】図9は LiNbO_3 基板上に構成された 4×4 光スイッチの例である。図9の光スイッチは、 2×2 のスイッチ素子が光導波路により接続されている。入力4ポートに入力された光信号を、各 2×2 スイッチ素子の接続状態の組み合わせによって、任意のポートから出力することができる。また、図9にスイッチング特性の一例も示す。このスイッチング特性からわかるように、この光マトリクススイッチは、 2×2 スイッチ素子に電圧を加えることによりスイッチング動作が行われる。

【0045】また、図10に 8×8 光スイッチの構成例を、図11に 32×32 光スイッチの構成例を示す。原理および動作については図9と同様である。

【0046】本実施例で使用する光反射手段の構成例を図12に示す。光ファイバより入射した光信号は、ミラーで反射し、その方向はミラーの回転角 θ により決定されるため、再び光ファイバに戻るパワーもこれによって決まる。従って、本実施例では図12のミラーを監視信号周波数で回転させることにより、光ファイバに戻る光パワーを強度変調することが可能である。

【0047】〔第2の実施例〕図2に本発明の第2の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図2の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子101-1~

101-n、 $n \times n$ 光スイッチ102、光信号出力端子103-1~103-n、光経路制御手段104、光経路監視手段105、光カブラ106-1~106-n、フォトダイオード107-1~107-n、監視信号検出手段108-1~108-n、光カブラ109-1~109-n、光反射手段110-1~110-n、光変調手段111-1~111-n、光変調器駆動手段112-1~112-nから構成される。

【0048】図2に示す光クロスコネクタ装置は、図1の光クロスコネクタ装置に対して、監視信号の発生手段を変えたものである。図2において、監視用信号の経路は図1と同じであるが、監視信号は、光経路監視手段105からの信号に従って光変調手段111-1~111-nにより光カブラ109-1~109-nから供給される光信号を強度変調することにより生成する。監視信号検出手段108-1~108-nでは、強度変調された信号を復調し、光経路監視手段105に入力する。光経路監視手段105では送出した信号と入力した信号の一致、不一致によって、光経路の正否を判定する。このように、本実施例では、光経路監視手段105で生成し、設定した光経路ごとに異なる信号を監視信号として用いている。

【0049】なお、本実施例では、光変調器111-1~111-nを往復させることにより、監視用信号を $n \times n$ 光スイッチ102の入力側に送り返しているが、送り返しの形態としては他にも考えられる。例えば、図19に示すように、光サーキュレータ120-1~120-nを用いてもよい。

【0050】〔第3の実施例〕図3に本発明の第3の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図3の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子201-1~201-n、 $n \times n$ 光スイッチ202、光信号出力端子203-1~203-n、光経路制御手段204、光経路監視手段205、光カブラ206-1~206-n、フォトダイオード207-1~207-n、監視信号検出手段208-1~208-n、光カブラ209-1~209-n、可変光減衰器210-1~210-n、監視信号発生手段211-1~211-n、1:n光カブラ212、監視用光源213から構成される。

【0051】上記第1の実施例による光クロスコネクタ装置が、サービス信号の一部を強度変調して監視用信号を得ていたのに対し、本実施例の光クロスコネクタ装置では、監視用信号を生成するため監視用光源213を1個設けている。具体的には、監視用光源213から出力される光は1:n光カブラ212によって可変光減衰器210-1~210-nに分配される。各可変光減衰器はそれぞれ監視信号発生手段211-1~211-nによってその光減衰量を変化し、その結果、監視用光源からの光はn通りの互いに異なる周波数 $f_1 \sim f_n$ の信号に従って強度変調される。この強度変調された監視用信

号は、設定された $n \times n$ 光スイッチ202中の光経路を、サービス信号とは逆方向に通過し、光カブラ206-1~206-nを介してフォトダイオード207-1~207-nで光-電気変換され、監視信号検出手段208-1~208-nにて抽出されて光経路監視手段205に送出される。光経路監視手段205では、監視用信号として検出された信号の周波数とレベルから、実際に光信号が通過している経路と損失を認識し、光経路制御手段204より設定した光経路が正常動作しているかどうか判断する。

【0052】次に、図15および図16を使用して本実施例における監視動作を説明する。図15は、本実施例でサービス信号が入力端子201-1から出力端子203-2へ通過している場合の、サービス信号と監視用信号の流れを示す。監視用信号(f_2)は前記サービス信号とは逆方向に $n \times n$ 光スイッチ202内を通過するため、監視信号検出手段208-1では周波数 f_2 の信号を受信し、その周波数とレベルによって光経路の正常性を確認することができる。また一方で、サービス信号が通過していない別の経路(例えば図15中の「201-n→203-n」の経路)に関しても、あらかじめ経路の監視を行っておき、予備経路として確保することも可能である。

【0053】図16には経路を切り替える動作例を示す。図15にて説明したように、「201-n→203-n」の経路をあらかじめ予備経路として正常に働くことを確認しておく。「201-1→203-2」を通過していたサービス信号に障害が発生したとき、これを「201-n→203-n」の予備経路に切り替える。このように、あらかじめ予備経路の監視を行っておくことにより、より信頼性の高いネットワークが構成できる。

【0054】本実施例においては、監視用の光源を別途有しているため、 $n \times n$ 光スイッチ202にサービス信号を入力しなくても光経路の監視を行うことができる。このため、サービス信号を運用する際、事前に該当する光経路が正常かどうかを判断することができる。

【0055】〔第4の実施例〕図4に、本発明の第4の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図4の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子301-1~301-n、 $n \times n$ 光スイッチ302、光信号出力端子303-1~303-n、光経路制御手段304、光経路監視手段305、光カブラ306-1~306-n、フォトダイオード307-1~307-n、監視信号検出手段308-1~308-n、光カブラ309-1~309-n、光変調器310-1~310-n、光変調器駆動手段311-1~311-n、1:n光カブラ312、監視用光源313から構成される。

【0056】本実施例は、上記第3の実施例に対して、監視信号の発生手段を変えたものである。図4におい

て、監視用信号の経路は第3の実施例と同じであるが、監視信号は、光経路監視手段305からの信号によって光変調器310-1~310-nを使用して、監視用光源313からの光を強度変調することにより発生させる。監視信号検出手段では、強度変調された信号を再生し、光経路監視手段305に入力する。光経路監視手段305では送出した信号と入力した信号の一致、不一致によって光経路の正否を判定する。このように、本実施例では、従って本実施例では、設定した光経路ごとに光経路監視手段より発生させた互いに異なる信号を、監視信号として用いている。

【0057】本実施例においても、第3の実施例と同様、監視用の光源を別途有しているため、 $n \times n$ 光スイッチ302にサービス信号を入力しなくても光経路の監視を行うことができ、サービス信号を運用する際、事前に該当する光経路が正常かどうかを判断することが可能となる。

【0058】[第5の実施例] 図5に、本発明の第5の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図5の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子401-1~401-n、 $n \times n$ 光スイッチ402、光信号出力端子403-1~403-n、光経路制御手段404、光経路監視手段405、光カブラ406-1~406-n、フォトダイオード407-1~407-n、監視信号検出手段408-1~408-n、光カブラ409-1~409-n、光ゲートスイッチ410-1~410-n、ゲートスイッチ駆動手段411-1~411-n、1:n光カブラ412、監視用光源413、監視用信号発生手段414から構成される。

【0059】図5の光クロスコネクタ装置では、上記の第3の実施例に対して、監視信号の発生手段を変更している。図5において、監視用信号の経路は上記第3の実施例と同じであるが、監視用信号は、監視用信号発生手段414からの信号で監視用光源413を強度変調して発生させる。光カブラ412を経て各光ゲートスイッチ410-1~410-nに分配された監視用信号は、光経路監視手段405からの制御により、 n 個のゲートスイッチのうちどれか一つを通過し、該当する光経路の監視を行う(図17、18)。従って、光経路監視手段405は、監視を行いたい経路に対応する光ゲートスイッチを1つだけ通過状態にし、該当する監視信号検出手段から監視信号が戻ってきたことにより、光経路の正常性を確認する。この動作を n 通りの経路について行うことにより、全ての経路の監視を行うことができる。

【0060】本実施例においても、第3の実施例と同様、監視用の光源を別途有しているため、 $n \times n$ 光スイッチ402にサービス信号を入力しなくても光経路の監視を行うことができ、サービス信号を運用する際、事前に該当する光経路が正常かどうかを判断することが可能となる。

【0061】[第6の実施例] 図6に本発明の第6の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図6の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子501-1~501-n、 $n \times n$ 光スイッチ502、光信号出力端子503-1~503-n、光経路制御手段504、光経路監視手段505、光カブラ506-1~506-n、フォトダイオード507-1~507-n、監視信号検出手段508-1~508-n、光カブラ509-1~509-n、監視用光源510-1~510-n、監視用信号発生手段511-1~511-nから構成される。

【0062】図6の光クロスコネクタ装置は、第3の実施例に対して、監視用信号の発生手段を変更したものである。図6において、監視用信号の経路は第3の実施例と同じであるが、本実施例では、 $n \times n$ 光スイッチ502の各出力ポートに対して各1個の監視用光源と監視信号発生手段を有する。監視用信号は、監視用信号発生手段511-1~511-nからの信号で監視用光源510-1~510-nを強度変調して発生させる。 n 個の監視用信号発生手段511-1~511-nは、周波数 $f_1 \sim f_n$ の各別の周波数信号を発生するため、監視用信号も周波数 $f_1 \sim f_n$ で変調されたの強度変調信号となる。

【0063】これらの強度変調された監視用信号は、設定された $n \times n$ 光スイッチ502中の光経路を、サービス信号とは逆方向に通過し、光カブラ506-1~506-nを介してフォトダイオード507-1~507-nで光-電気変換され、監視信号検出手段508-1~508-nにて抽出されて光経路監視手段505に送出される。光経路監視手段505では、監視用信号として検出された信号の周波数とレベルから、実際に光信号が通っている経路と損失を認識し、光経路制御手段504より設定した光経路が正常動作しているかどうか判断する。

【0064】本実施例においても、第3の実施例と同様、監視用の光源を別途有しているため、 $n \times n$ 光スイッチ502にサービス信号を入力しなくても光経路の監視を行うことができ、サービス信号を運用する際、事前に該当する光経路が正常かどうかを判断することが可能となる。

【0065】[第7の実施例] 図7に、本発明の第7の実施例による光クロスコネクタ装置の構成を示す。図7の光クロスコネクタ装置は、光信号入力端子601-1~601-n、 $n \times n$ 光スイッチ602、光信号出力端子603-1~603-n、光経路制御手段604、光経路監視手段605、光カブラ606-1~606-n、フォトダイオード607-1~607-n、監視信号検出手段608-1~608-n、光カブラ609-1~609-n、監視用光源610-1~610-n、監視用光源駆動手段611-1~611-nから構成さ

れる。

【0066】図7の光クロスコネク装置は、上記第3の実施例に対して、監視信号の発生手段を変更したものである。図7において、監視用信号の経路は第3の実施例と同じであるが、本実施例では、 $n \times n$ 光スイッチ602の各出力ポートに対して各1個の監視用光源と光源駆動手段を設けている。監視信号は、光経路監視手段605からの信号で監視用光源610-1~610-nを強度変調して発生させる。

【0067】これらの強度変調された監視用信号は、設定された $n \times n$ 光スイッチ602中の光経路を、サービス信号とは逆方向に通過し、光カブラ606-1~606-nを介してフォトダイオード607-1~607-nで光-電気変換され、監視信号検出手段608-1~608-nにて再生されて光経路監視手段605に送出される。光経路監視手段605では送出した信号と入力した信号の一致、不一致によって光経路の正否を判定する。このように、本実施例で使用する監視信号としては、設定した光経路ごとに光経路監視手段より発生した互いに異なる信号を用いている。

【0068】本実施例においても、第3の実施例と同様、監視用の光源を別途有しているため、 $n \times n$ 光スイッチ502にサービス信号を入力しなくても光経路の監視を行うことができ、サービス信号を運用する際、事前に該当する光経路が正常かどうかを判断することが可能となる。

【0069】なお、上の各実施例においては、 $n \times n$ 光スイッチ2等の入力側に光カブラ6-1~6-n等を配置して、出力側から伝送されてきた監視用信号を分岐して、フォトダイオード7-1~7-n等に導いた。しかしながら、監視用信号の分岐はこのような構成に限られるものではなく、例えば光カブラ6-1~6-n等に替えて光サーキュレータを用いてもよい。光サーキュレータを用いることにより、監視用信号が光クロスコネク装置の入力側に漏れ出すことがなくなり、伝送特性のより一層の改善が期待できる。

【0070】上記の各実施例による光クロスコネク装置を備えた光ノード装置を互いに光伝送路で接続することにより、図13のようなネットワークを構成することができる。この光ネットワークでは、各局（光ノード装置）間で光信号の伝送を行っている。例えば第1の実施例による光クロスコネク装置を想定すると、図1に示す入力端子1-1~1-n、出力端子3-1~3-nは、それぞれ所望の他局（光ノード装置）と接続されており、 $n \times n$ 光スイッチ2の経路設定によって各光信号の伝送経路を任意に設定することができる。

【0071】また、最近では波長分割多重（WDM）技術を用いた大容量の光ネットワークも考えられている。WDM技術を併用した光ネットワークの構成を図14に示す。図14の光ネットワークでは、各局（光ノード装

置）間で $\lambda 1 \sim \lambda w$ の波長多重された光信号の伝送を行っている。図14の光ネットワークを構成する各光ノード装置として、上記各実施例による光クロスコネク装置を用いることができる。この場合の光ノード装置の構成を図14中に示す。この光ノード装置は、上記各光クロスコネク装置の入力部に、光ネットワークを伝送されてきた波長多重光信号を各波長成分に分離する光分波器が接続される。また、光クロスコネク装置の出力部には各波長成分光を合波するための光合波器が接続される。

【0072】例えば、第1の実施例（図1）の光クロスコネク装置を想定すると、入力端子1-1~1-n、出力端子3-1~3-nは、それぞれ波長分割多重する前の $\lambda 1 \sim \lambda w$ の各波長信号が接続されており、 $n \times n$ 光スイッチ2の経路設定によって波長単位に各光信号の伝送経路が任意に設定される。各局（光ノード装置）間の光伝送路中には波長多重光信号が伝送されている。また、各光伝送路を伝送する波長多重光信号中のいくつかの波長光をプロテクション用として設定することにより、ネットワークの信頼性の向上を図ることも可能である。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、以下の効果が期待できる。すなわち、本発明においては、光スイッチの出力側から入力側に向けて、サービス信号が透過した経路をサービス信号とは逆方向に監視用信号を伝搬させ、入力側でこの監視用信号をモニタしている。

【0074】このため検出された監視用信号から、実際に光信号が通っている経路と損失を認識し、光経路制御手段より設定した光経路が正常動作しているかどうか判断することができる。しかも装置より出力されるサービス信号に対しては特に強度変調等を施さないため、その品質に劣化を与える恐れがないという効果も期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図2】 本発明の第2の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図3】 本発明の第3の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図4】 本発明の第4の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図5】 本発明の第5の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図6】 本発明の第6の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図7】 本発明の第7の実施例による光クロスコネク装置の構成を表す図である。

【図8】 第1の実施例における監視動作を説明するための図である。

【図9】 4×4光スイッチの構成例を表す図である。

【図10】 8×8光スイッチの構成例を表す図である。

【図11】 32×32光スイッチの構成例を表す図である。

【図12】 光反射手段の構成例を表す図である。

【図13】 光クロスコネクタ装置を用いた光ネットワークの構成例を表す図である。

【図14】 光クロスコネクタ装置を用いた光ネットワークの構成例を表す図である。

【図15】 第3の実施例における監視動作を説明するための図である。

【図16】 第3の実施例における監視動作を説明するための図である。

【図17】 第5の実施例における監視動作を説明するための図である。

【図18】 第5の実施例における監視動作を説明するための図である。

【図19】 第2の実施例における光変調器周辺の他の構成を表す図である。

【図20】 第1の従来技術による光クロスコネクタ装置の構成を表す図である。

【図21】 第1の従来技術における監視動作を説明するための図である。

【図22】 監視信号重畳回路の構成を表す図である。

【図23】 サービス信号に重畳された監視用信号の波形の一例を表す図である。

【図24】 第2の従来技術による光クロスコネクタ装置の構成を表す図である。

【符号の説明】

1-1~1-n: 光信号入力端子

2: n×n光スイッチ

3-1~3-n: 光信号出力端子

4: 光経路制御手段

5: 光経路監視手段

6-1~6-n: 光カブラ

7-1~7-n: フォトダイオード

8-1~8-n: 監視信号検出手段

9-1~9-n: 光カブラ

10-1~10-n: 光反射手段

11-1~11-n: 監視信号発生手段

101-1~101-n: 光信号入力端子

102: n×n光スイッチ

103-1~103-n: 光信号出力端子

104: 光経路制御手段

105: 光経路監視手段

106-1~106-n: 光カブラ

107-1~107-n: フォトダイオード

108-1~108-n: 監視信号検出手段

109-1~109-n: 光カブラ

110-1~110-n: 光反射手段

111-1~111-n: 光変調手段

112-1~112-n: 光変調器駆動手段

120-1: 光サーキュレータ

201-1~201-n: 光信号入力端子

202: n×n光スイッチ

203-1~203-n: 光信号出力端子

10 204: 光経路制御手段

205: 光経路監視手段

206-1~206-n: 光カブラ

207-1~207-n: フォトダイオード

208-1~208-n: 監視信号検出手段

209-1~209-n: 光カブラ

210-1~210-n: 可変光減衰器

211-1~211-n: 監視信号発生手段

212: 1:n光カブラ

213: 監視用光源

20 301-1~301-n: 光信号入力端子

302: n×n光スイッチ

303-1~303-n: 光信号出力端子

304: 光経路制御手段

305: 光経路監視手段

306-1~306-n: 光カブラ

307-1~307-n: フォトダイオード

208-1~308-n: 監視信号検出手段

309-1~309-n: 光カブラ

310-1~310-n: 光変調器

311-1~311-n: 光変調器駆動手段

312: 1:n光カブラ

313: 監視用光源

401-1~401-n: 光信号入力端子

402: n×n光スイッチ

403-1~403-n: 光信号出力端子

404: 光経路制御手段

405: 光経路監視手段

406-1~406-n: 光カブラ

407-1~407-n: フォトダイオード

40 408-1~408-n: 監視信号検出手段

409-1~409-n: 光カブラ

410-1~410-n: 光ゲートスイッチ

411-1~411-n: ゲートスイッチ駆動手段

412: 1:n光カブラ

413: 監視用光源

414: 監視用信号発生手段

501-1~501-n: 光信号入力端子

502: n×n光スイッチ

503-1~503-n: 光信号出力端子

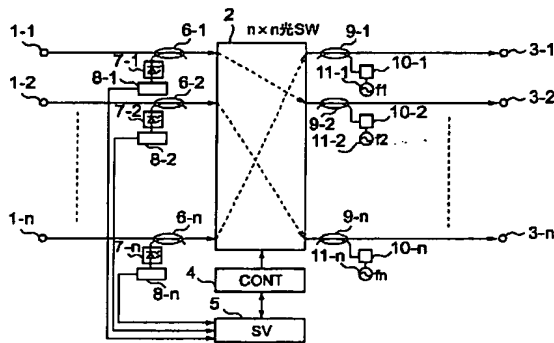
50 504: 光経路制御手段

505: 光経路監視手段
 506-1~506-n: 光カブラ
 507-1~507-n: フォトダイオード
 508-1~508-n: 監視信号検出手段
 509-1~509-n: 光カブラ
 510-1~510-n: 監視用光源
 511-1~511-n: 監視用信号発生手段
 601-1~601-n: 光信号入力端子
 602: $n \times n$ 光スイッチ
 603-1~603-n: 光信号出力端子
 604: 光経路制御手段
 605: 光経路監視手段
 606-1~606-n: 光カブラ
 607-1~607-n: フォトダイオード
 608-1~608-n: 監視信号検出手段
 609-1~609-n: 光カブラ
 610-1~610-n: 監視用光源
 611-1~611-n: 監視用光源駆動手段
 701-1~701-n: 光信号入力端子
 702: $n \times n$ 光スイッチ

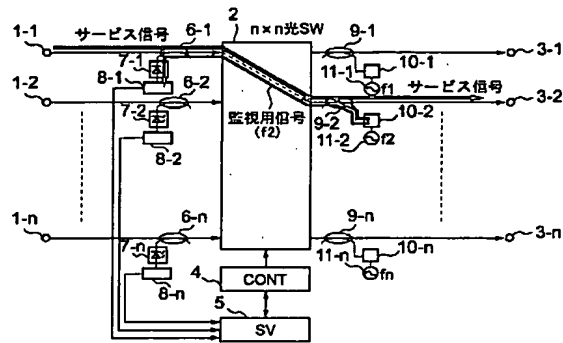
*703-1~703-n: 光信号出力端子
 704: 光経路制御手段
 705: 光経路監視手段
 706-1~706-n: 光カブラ
 707-1~707-n: フォトダイオード
 708-1~708-n: 監視信号検出手段
 709-1~709-n: 監視信号重畳回路
 710-1~710-n: 監視信号発生手段
 901-1~901-n: 光信号入力端子
 10 902: $n \times n$ 光スイッチ
 903-1~903-n: 光信号出力端子
 904: 光経路制御手段
 905: 光経路監視手段
 906-1~906-n: 光カブラ
 907-1~907-n: フォトダイオード
 908-1~908-n: 信号検出手段
 909-1~909-n: 光カブラ
 910-1~910-n: フォトダイオード
 911-1~911-n: 信号検出手段

*20

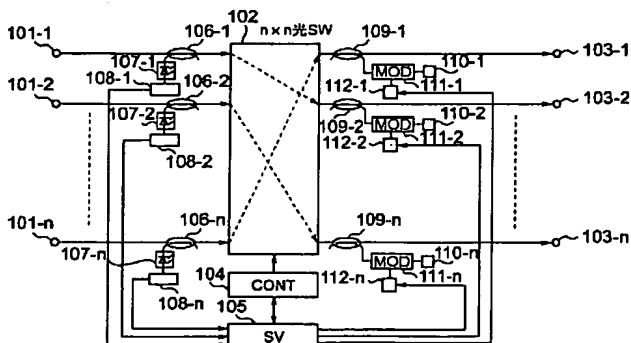
【図1】



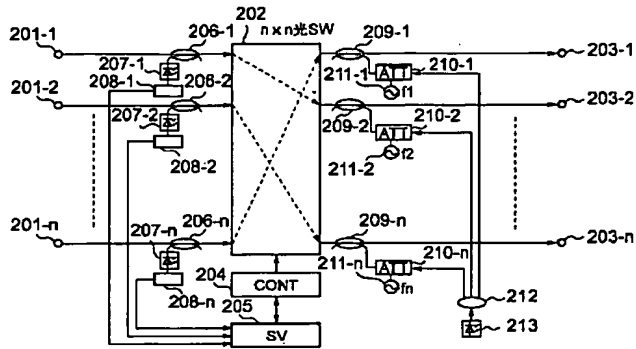
【図8】



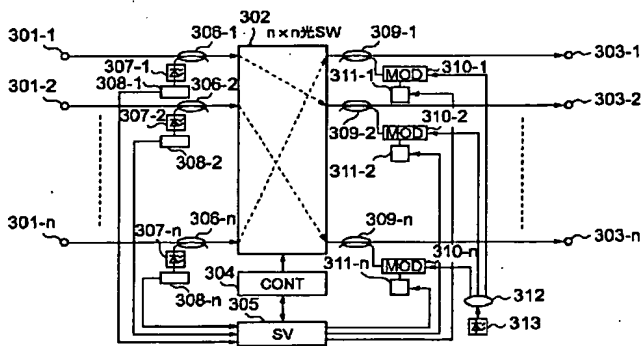
【図2】



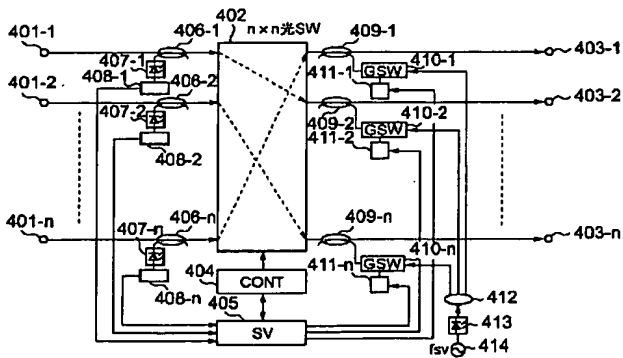
【図3】



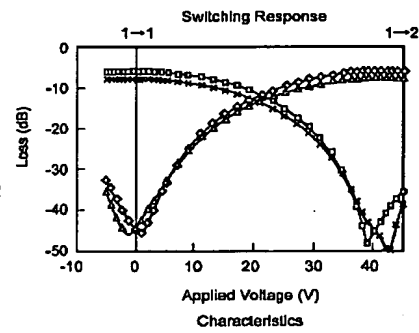
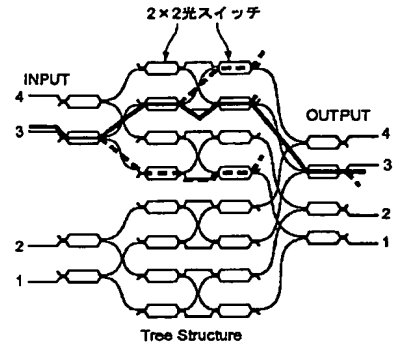
【図4】



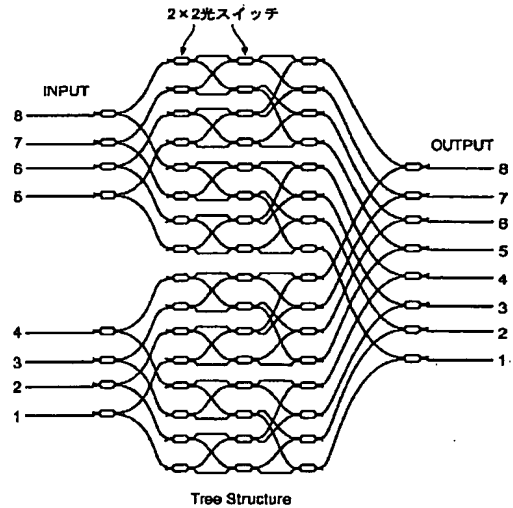
【図5】



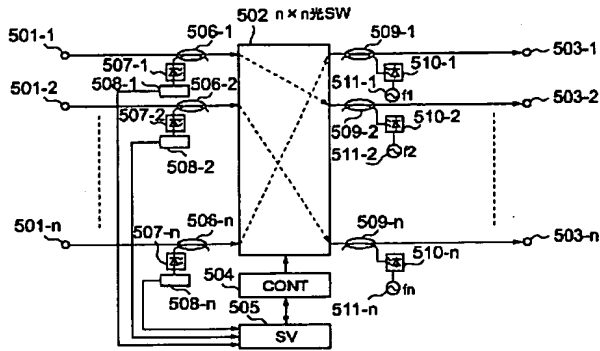
【図9】



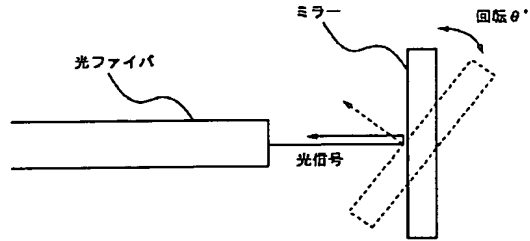
【図10】



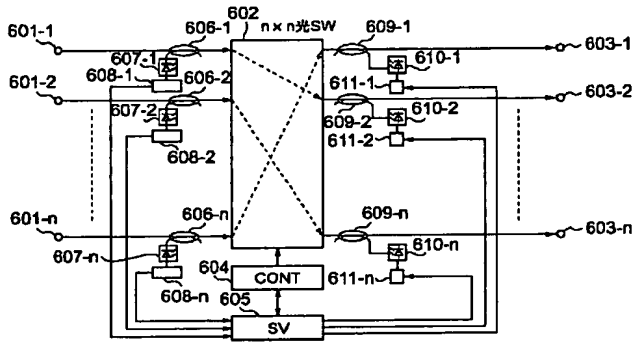
【図6】



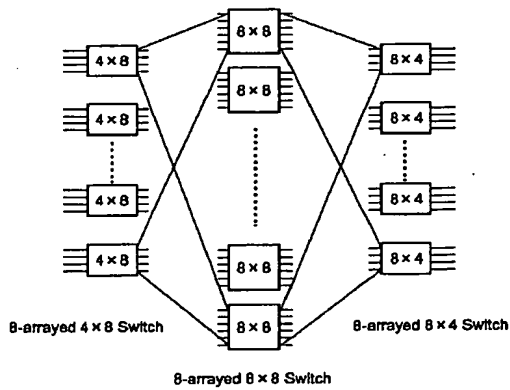
【図12】



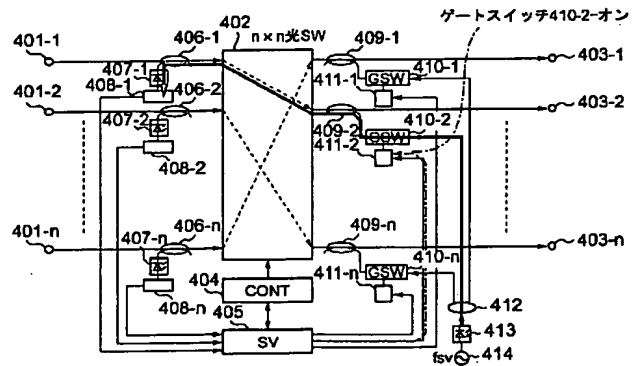
【図7】



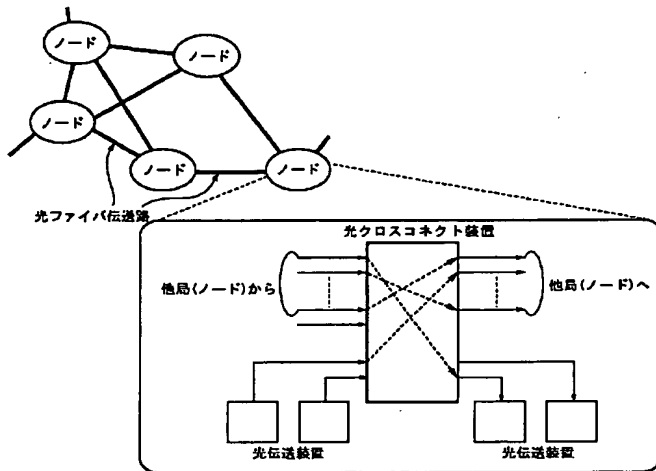
【図11】



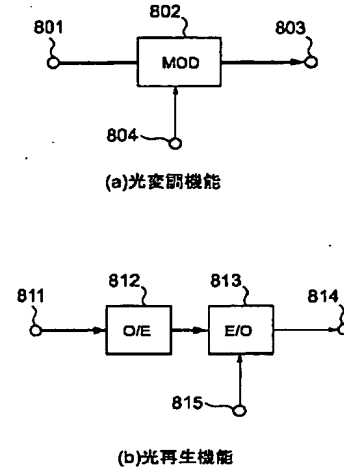
【図18】



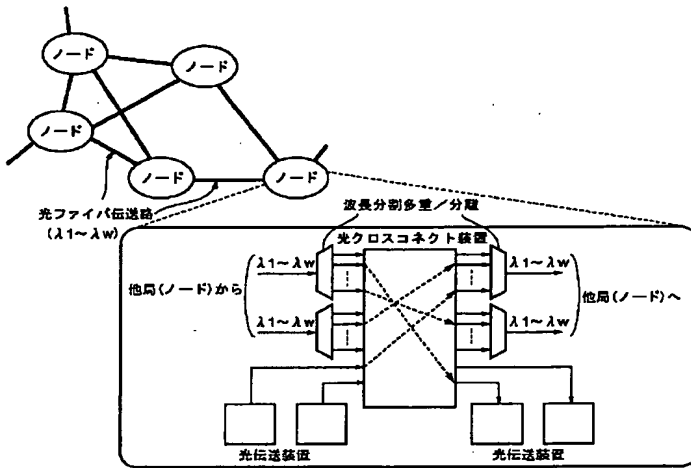
【図13】



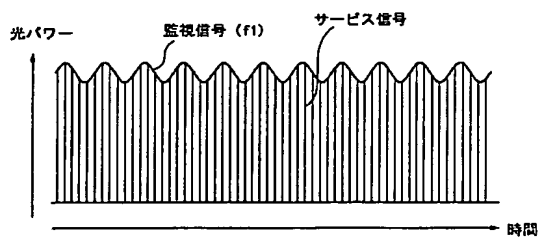
【図22】



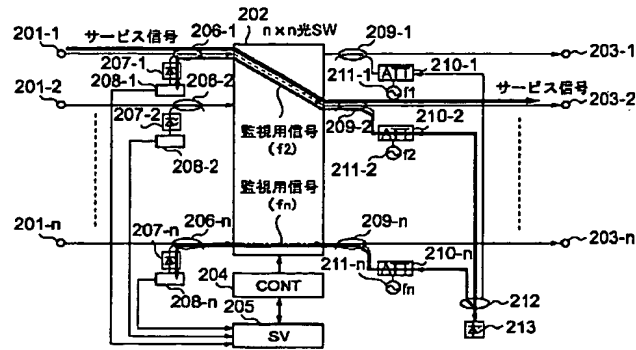
【図14】



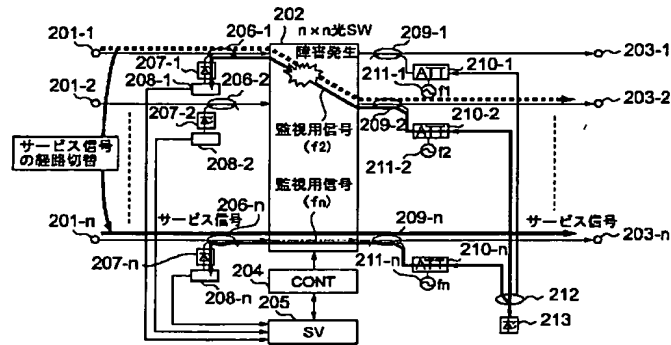
【図23】



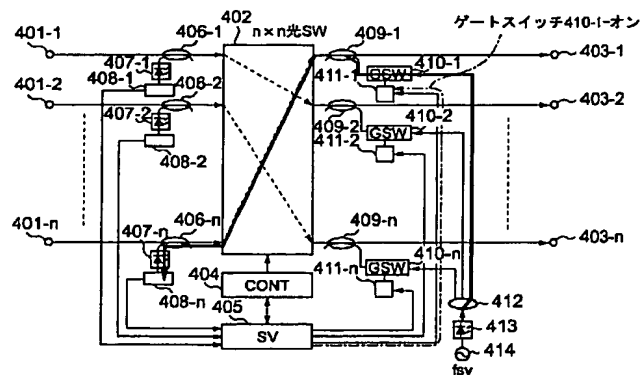
【図15】



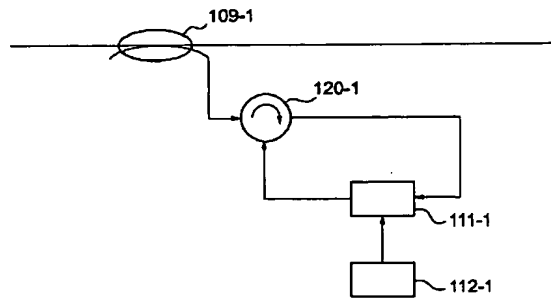
【図16】



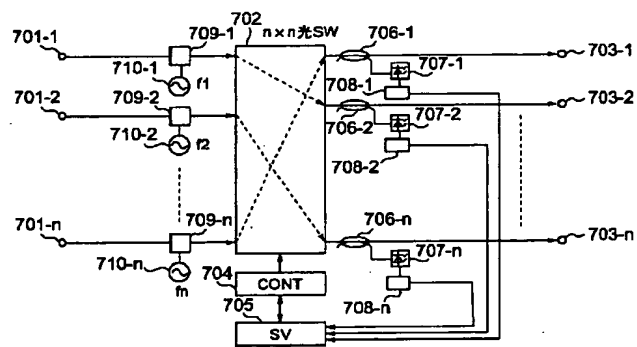
【図17】



【図19】



【図20】



【図21】

